

## 2000 年石川県西方沖地震に関するアンケート調査 —震度分布と地盤の関係—

宮 島 昌 克<sup>1</sup>・南 野 慎 也<sup>2</sup>・北 浦 勝<sup>3</sup>

(2001 年 8 月 31 日受付, Received August 31, 2001)

(2001 年 10 月 18 日受理, Accepted October 18, 2001)

### A Questionnaire Survey on the 2000 Ishikawa-ken Seiho-oki Earthquake —Relationship between Earthquake Intensity Distribution and Ground Characteristics—

Masakatsu MIYAJIMA<sup>1</sup>・Shinya MINAMINO<sup>2</sup>・Masaru KITaura<sup>3</sup>

#### 1. はじめに

2000 年 6 月 7 日午前 6 時 16 分ごろ, 石川, 福井県境の北西沖約 80 km の海底でマグニチュード 6.1 の地震が発生した。石川県は全国でも最も有感地震の頻度が低い県として知られているが, この地震では小松市で震度 5 弱, 金沢市で震度 3, 輪島市で震度 4 などと, 北陸としてはかなり大きな地震であった。幸いなことに大きな被害は出なかったが, この地震は今後の石川県の地震防災のあり方にいろいろな教訓を与えてくれたものと思われる。

阪神・淡路大震災後, 一時的に防災意識が高まったが, 6 年以上が経過した現在, 有感地震が少ないことも手伝って再び住民の防災意識は低下しているように思われる。そこで本研究では, 地震発生後に金沢市, 小松市において住民に対しアンケートを行ない, 地震発生時の住民の行動・心理, 地震に対する心構え, および防災対策の現状などについて調査した。さらにこのアンケート調査では, 詳細な震度分布を得ることができる。これを,

これまでに明らかにされてきた石川県の地盤データと比較し, 今後の被害予測, 防災対策に役立てることを考える。

本研究の主な目的は次の 3 点である。

- ①住民の地震直後の行動・心理および災害に対する備えの現状について調査し, 今後の防災教育の参考とする。
- ②金沢市で震度 3 であったにも関わらず, 金沢市より震源距離の遠い輪島市では震度 4 を記録した。これは地震計の置かれている地点の地盤条件に依るところが大きいと考えられる。アンケートより震度分布を明らかにし, 地盤条件との関係を考察する。
- ③小松市役所の地震計は震度 5 弱を示したものの, 地盤条件の違いにより同じ市内でも, 場所によってこれより大きい揺れの場所と小さい揺れの場所があるものと予想される。そこで小松市においても震度分布を明らかにし, 震度分布と地盤条件との関係について検討する。

<sup>1</sup>金沢大学工学部土木建設工学科: Department of Civil Engineering, Kanazawa University, 2-40-20 Kodatsuno, Kanazawa, Japan, Zip. 920-8667

<sup>2</sup>金沢大学大学院自然科学研究博士前期課程環境基盤工学専攻: Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2-40-20 Kodatsuno, Kanazawa, Japan, Zip. 920-8667

<sup>3</sup>金沢大学大学院自然科学研究科地球環境科学専攻: Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2-40-20 Kodatsuno, Kanazawa, Japan, Zip. 920-8667

## 2. 地震の概要

2000年6月7日午前6時16分に発生した石川県西方沖地震のマグニチュードは6.1であり、1985年に発生した能登半島沖地震のマグニチュード5.9を上回り、北陸の地震としては比較的大きいものであった。震源位置は石川県小松市の西方沖約80km（北緯36.8度，東経135.5度），震源深さは22kmである。図1に気象庁から発表された各地の震度階を示した。図2は小松市内の強震計で観測された地震波である。揺れは地震発生から約14秒後に発生し，10数秒間の初期微動の後，主要動が約10秒続いた。上下方向の揺れよりも東西，南北方向の横揺れが激しく見られた。なお，地震発生後1時間の間に無感を含めて約80回の余震が確認された。

この地震で，JR北陸線で特急など74本，七尾線で16本が運休し，小松市と金沢市でそれぞれ1人が落下物により負傷した。14の市町村で墓石や石塔の倒壊，保育園や学校の壁に亀裂が入ったほか，九谷焼販売店で花瓶や湯飲みが数百個単位で割れるなどの被害が出た。

## 3. アンケートの調査について

### 3.1 調査の方法および調査結果の概要

地震発生直後に調査票を配り，その揺れの程度を知り被害状況を調べる方法はこれまでに多くの研究者によって実施されてきた。現在，気象庁をはじめとする諸機関が地震観測を行なっているが，詳細な震度分布を得たり，局所的な地震動特性を抽出するほどには地震観測網は充実していない。そこで，アンケート調査によって震度を算出する手法が太田・後藤らによって提案されている<sup>2)</sup>。この手法を用いると詳細な震度分布が得られることから，最近のほとんどの被害地震で調査が行なわれている。

本研究では太田・後藤らによって提案されているアンケートを基本として作成した調査票を用いた。この調査票には40問の質問があり，それらに対する回答から，回答者1人につき1つのアンケート震度が算出されるようになっている。本章では調査票の中の「地震発生時の住民の行動・心理」，「住民の地震に対する心構え・備え」などに関する質問に注目して考察を行なう。なお，アンケート震度の分布については後述する。

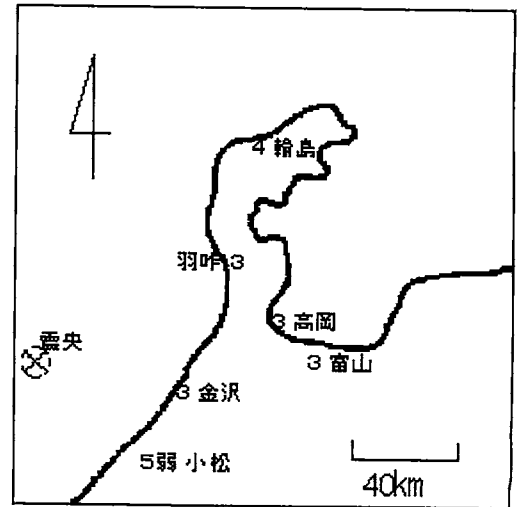


図1 各地の震度

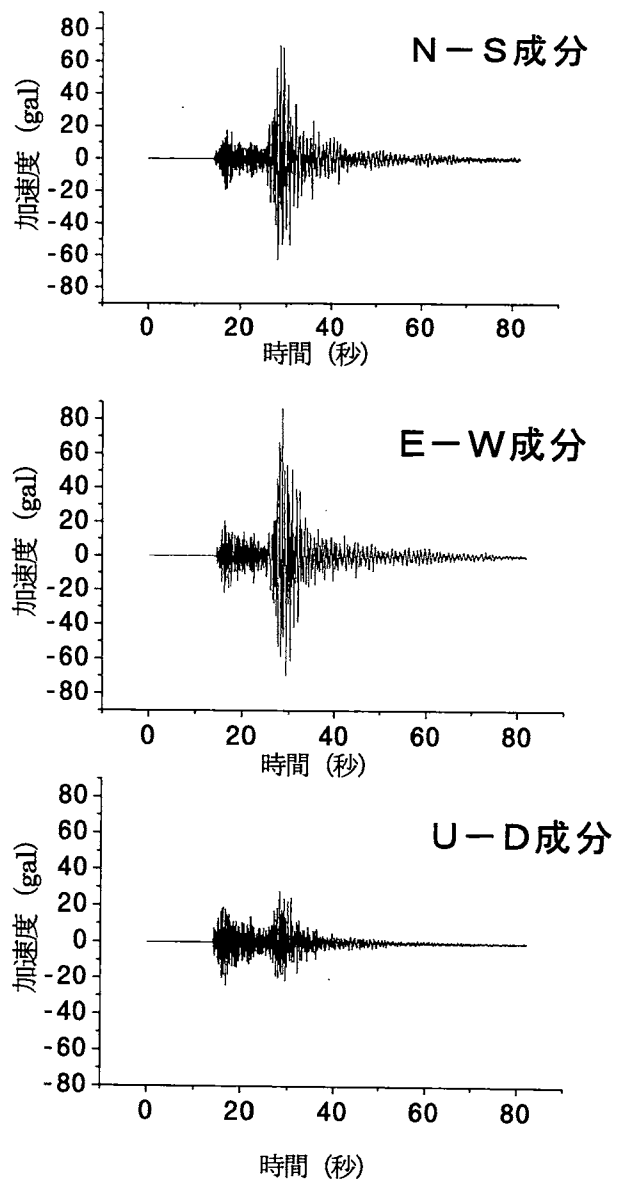


図2 小松市内の強震計で観測された波形

本研究で調査対象としたのは、金沢市役所職員、小松市役所職員および金沢大学工学部の学生である。先述の調査票を地震発生後数日のうちに、金沢市役所に1,100枚、小松市役所に800枚配布し各市役所職員の方に回答していただいた。学生については318人に対して調査を行なった。金沢・小松両市役所においては計1,900枚配布したのに対して1,718枚が回収でき、回収率は90%と高いものであった。これに学生のものをあわせて全体では2,036枚が回収された。図3に有効回答における男女の比を示す。調査の対象が市役所職員と工学部の学生であったため、男性の割合が高くなっている。図4は有効回答における年齢の比である。19才以下、60才以上の割合が低いが20才代から50才代まではほぼ均等に回答が得られていることがわかる。また、「地震を感じましたか」という質問に対しては96%以上の人が地震を感じたと答えている。まだ多くの人が睡眠中と考えられる早朝に起きた地震にも関わらず、これほど多くの人が感じたことからこの地震の大きさがうかがえる。

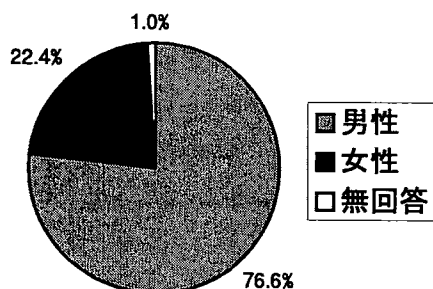


図3 有効回答における男女比

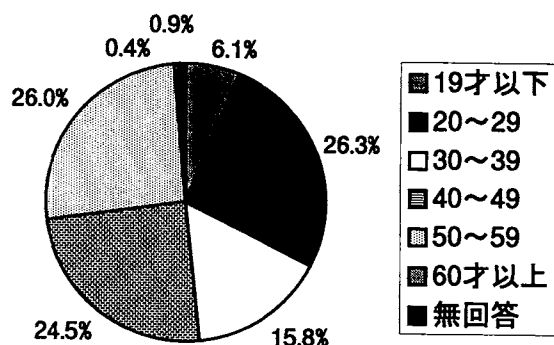


図4 有効回答における年齢比

### 3.2 地震発生時の住民の心理・行動

図5は質問20「あなたは地震に気がついたとき驚きましたか」に対する回答の割合を示すものである。また図6は質問21「こわさの程度はいかがでしたか」に対する回答の割合を示すものである。回答者全体については質問20に対して「かなり、非常に、このうえなく驚いた」と答えている人が全部で44.5%となっているのに対し、質問21では「かなり、非常にこわいと思った、絶望的になった」と答えている人は29%という結果になっている。太田・大橋は地震のような災害時には心理的に「驚き」が「こわさ」に先行して現れると報告している<sup>3)</sup>が、以上の結果はこのような心理的性質を反映しているといえる。

小松市役所職員、金沢市役所職員、金沢大学学生がそれぞれの程度驚いたか、またそれぞれの程度こわいと思ったかを見ると、いずれにおいても驚きがこわさを上回っているという結果になった。小松市役所職員は、「かなり、非常に、このうえなく驚いた」人、「かなり、非常にこわいと思った、絶望的になった」人の割合がともに金沢市役所職員、学生のそれを上回っている。今回の地震で観測された震度は小松市で震度5弱、金沢で震

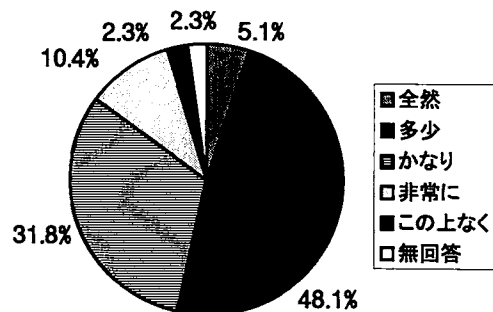


図5 地震時の驚き

度3であるので揺れの大きさの違いがこうした結果となって現れたと考えられる。

地震時の人間行動については、アンケート中の質問22「あなたはその時どのような行動をしましたか」と質問23「あなたは地震の時、火気(ガスコンロ、石油ストーブなど)をどうしましたか」との2つの質問により検討を行なった。ここではこわさの程度の質問に対して「かなり、非常に怖いと思った」と答えた人のみを対象に、質問22について集計を行なった。これを図7に示す。これは人間行動で問題となるのは地震発生時に「怖い」という実感を持った人の行動であると考えたためである。

「何もする必要を感じなかった」という回答がかなり少なく、「意識的に身の安全を考えた」「何もできなかった」という回答が多い。「何もできなかった」人は、24.4%にものぼる。「意識して戸外へ逃れた」「ほとんど知らない間に戸外に飛び出していた」と答えた人を合わせると、全体で6.0%になる。

図8に質問23「あなたは地震の時、火気(ガスコンロ、石油ストーブなど)をどうしましたか」に対する回答の割合を示す。地震発生は6月であり、地震時に火気を使用していた人の割合は全体で12.3%と少ない。火気を使用していた人の行動を図9に示す。とても余裕がなく火を消せなかったという人も多く、24.4%に上る。今回の地震は幸いにも夏に発生したため、火気を使用していた人が少なく火事などの2次災害も起こらなかったが、4分の1の人が余裕がなく火が消せないという状態は非常に危険である。

### 3.3 住民レベルでの防災対策および住民の心構え

質問38「家庭で地震以外の災害も含めて、何か備えていますか」に対する回答を図10に示す。全く備えていない人が全体では33.7%、学生では59.2%にも上っている。有感地震が少ないためにどうしても地震に対する備えはおろそかになってしまうのであろう。実際に1度災害に遭い、苦しみを体験しないことには、防災意識はなかなか高まらないものである。それにしても、地震の場合のみだけでなく、火事などの他の災害時にも必要となるであろう懐中電灯や消火器といった一般的な防災用品でさえも十分に備えられているとはいえない。懐中電灯は60.1%、消火器は30.5%という結果になっている。

特に大きな災害時のみ必要になると考えられる非常食、非常用飲料水を備えている家庭は、それぞれ11.7%、13.0%と、きわめて少ない。ほとんどの人は1995年の兵庫県南部地震時の神戸の悲惨な状況を知っているはずである。しかし、喉もと過ぎれば熱さを忘れるというように、震災後、高まったかに思えた防災意識は5年以上経った現在では再び低下しているように思われる。

1985年に能登半島沖地震が起きた際、今回と同様のアンケート調査<sup>1)</sup>が行なわれたので、今回の調査で得られた結果との比較を行なった。そのときの同様の質問に対する回答を図11に示す。「水の汲み置き」が「非常用飲

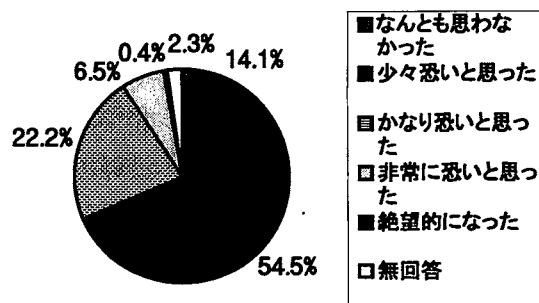


図6 恐さの程度

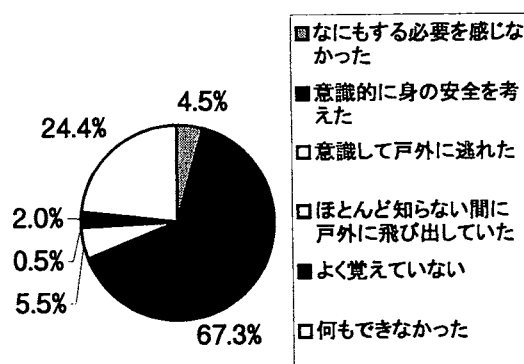


図7 恐いと感じた人の行動

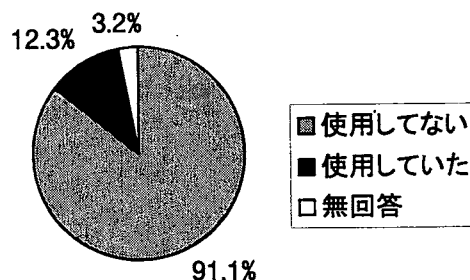


図8 火気を使用していた人の割合

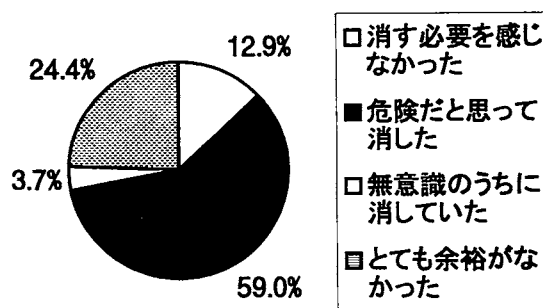


図9 火気使用者の行動

料水」になり項目に若干の変化があるものの、ほぼ同じと考えてよい。図を見ると、「全く備えていない」人が減り、各項目において「備えている人」が少しずつ増えてはいるものの、大きな変化はないようである。15年前か

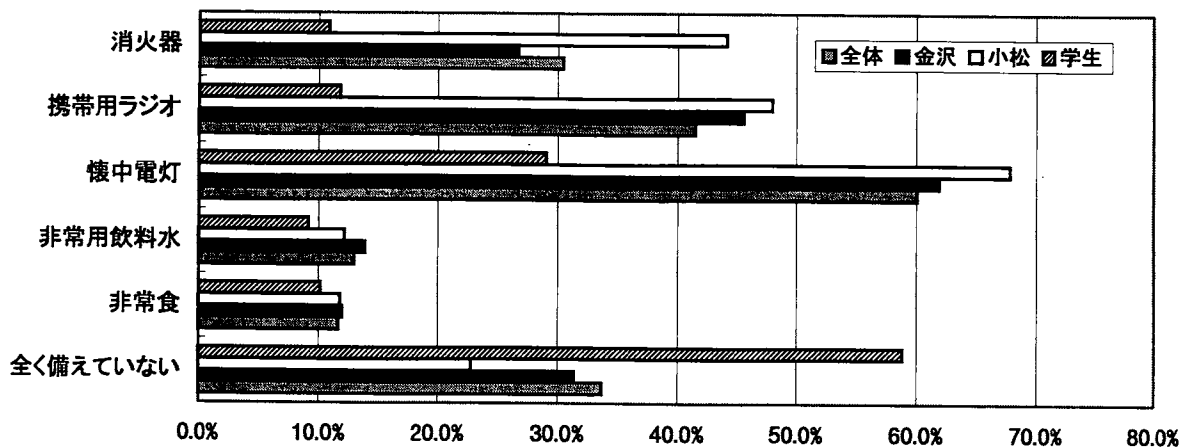


図10 災害に対する備え（2000年）

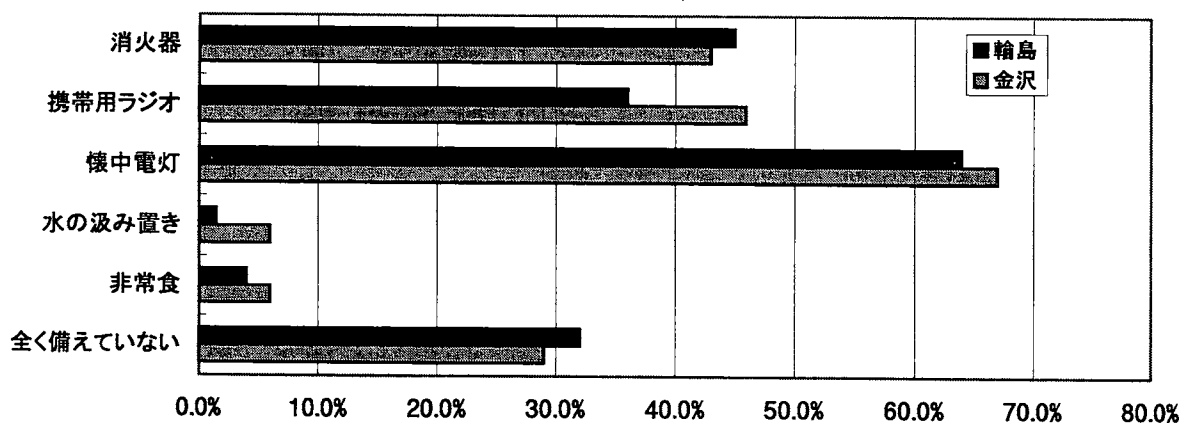


図11 災害に対する備え（1985年）

らほとんど変化していないことからおそらく、以前から備えていた人はずっと備えているが、兵庫県南部地震後に備えたというような人は再び備えを怠りはじめた、といった状態であることが考えられる。

住民の心構えについては、質問 35「市町村が指定した大地震発生時の避難場所を知っていますか」、質問 36「家庭で震災の行動などについて話し合ったことがありますか」、質問 37「地震時に家族が分散している場合の集合場所などを決めていきますか」の3つの質問に対する回答について、検討を行なった。図 12 によれば避難場所を知っている人は、全体では 55.3% となっており、能登半島沖地震時の調査の結果の 30% 弱程度に比べれば 2 倍近く高まっており、よい傾向が見られるが、それでもまだまだ十分といえる状態ではない。図 13 に示すように話し合いの機会を設けている家庭については、能登半島沖地震時からほとんど変化が見られず、その割合は 31.7% と大

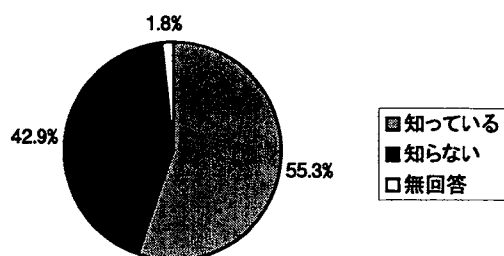


図12 避難場所を知っている人の割合

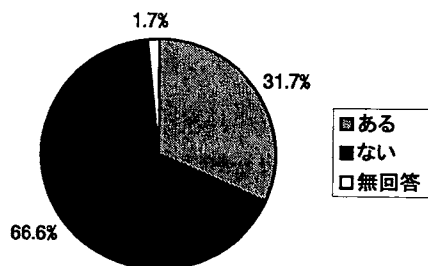


図13 震災時についての話し合いの有無

変低い。図 14 に示すように集合場所を決めている家庭の割合は 10.2%とさらに低くなっている。

4. アンケート震度の分布と地盤との対応

4.1 金沢市と小松市のアンケート震度の比較

この地震における気象庁震度は、小松市で震度 5 弱、金沢市では震度 3 である。アンケート震度にもこの差が表れると考えられるので、地震時に金沢市にいた人と小松市にいた人のアンケート震度の比較を行なった。図 15 に金沢市と小松市におけるアンケート震度の度数分布を示す。金沢市で最も多い回答が震度 4.0 以上 4.5 未満で、次いで 3.5 以上 4.0 未満という回答が多くなっている。これら 2 つの震度はいずれも気象庁震度階級では 4 として考えられる範囲のものである。一方、小松市では震度 4.0 以上 4.5 未満、4.5 以上 5.0 未満という 2 つの回答が他の回答に比べ非常に多くなっており、金沢市のものと比べると若干震度が大きく出ているようである。また小松市は金沢市に比べて、回答の幅が狭いこともわかる。小松市は回答の多くが震度 3.5 以上 5.5 未満の範囲に集中しているようだが、金沢市は回答がより広い範囲に分散している。これは 2 つの市の面積に關係しているものと考えられる。面積が広いほど同じ市内でも震源距離の差が大きくなり、地盤の構成も様々になるからである。アンケート震度の平均値は、金沢市で 4.0、小松市で 4.4 であった。やはり小松市の方が震度が高いが、気象庁震度ほどの差はアンケート震度には現れなかった。

4.2 金沢市におけるアンケート震度分布と地盤との関係

アンケート震度調査では、回答者が地震時にいた場所を特定する必要がある。本調査では、町名という形で回答を得ている。これをもとにアンケート震度のメッシュ分布図を作成した。用いたメッシュは 1 km×1 km の大きさである。1 つの町が 2 つ以上のメッシュにまたがっている場合は、最も多く面積が含まれているメッシュに含むこととした。

図 16 は各メッシュにおける有効回答である。同図によれば、1 メッシュあたりの有効回答数が 21 通以上得られているのは 7 ヶ所しかなく、ほとんどのメッシュでは 20 通以下、その中でも 10 通以下というものが非常に多いことがわかる。なお、空白となっているメッシュは有効回答数が 2 通以下だったものである。

1 メッシュあたりの有効回答数が極端に少ない場合は、1 通の回答に震度が大きく左右される。また感覚的、心理的反応はもちろんのこと、物理的反応を観察するうえでも各人においてのばらつきが生ずると考えられる。

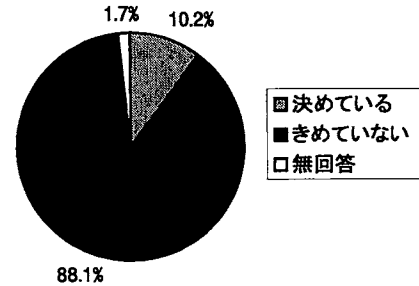


図14 家族が分散している場合の集合場所

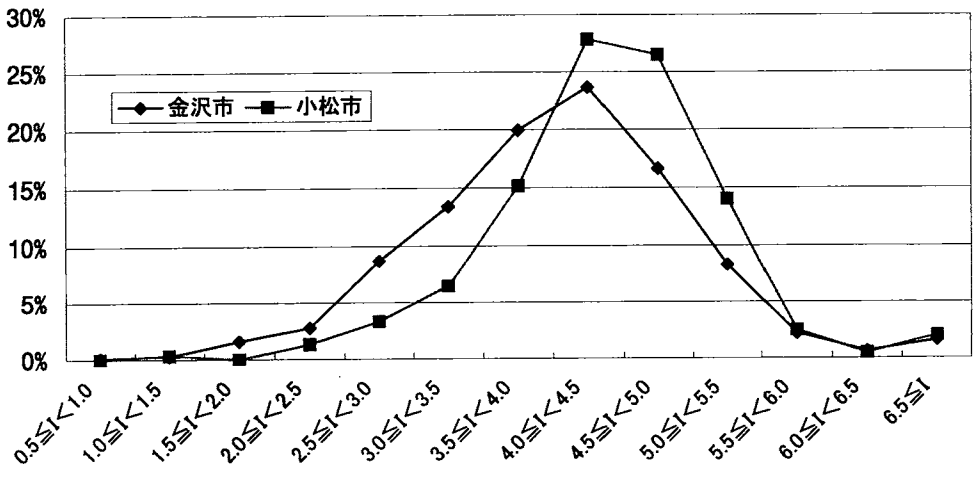


図15 金沢市、小松市のアンケート震度の度数分布

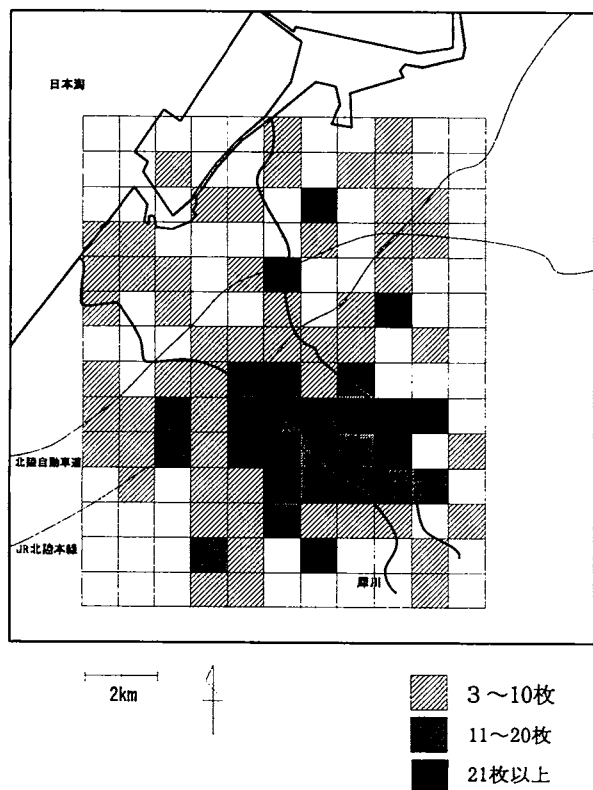


図16 金沢市の各メッシュの有効調査票数

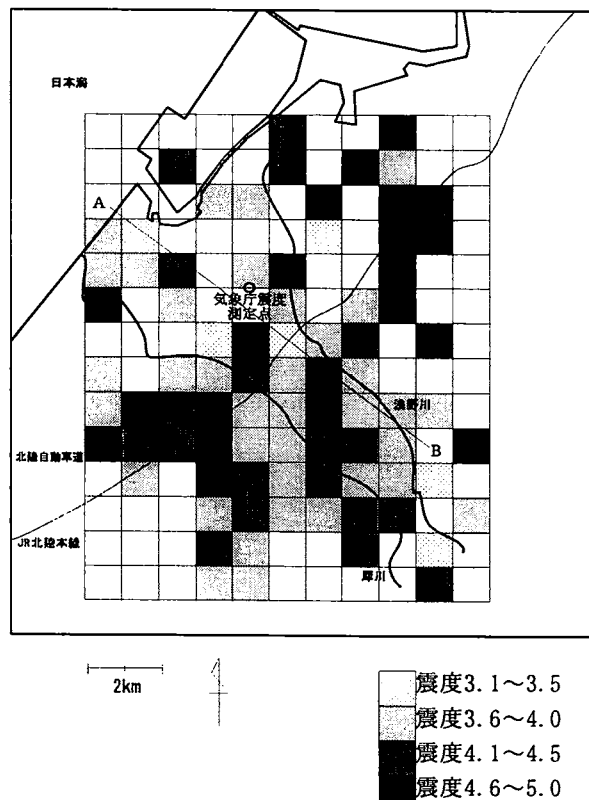


図17 金沢市におけるアンケート震度分布

そのため、有効回答が少ないとそれらを平均して求まるアンケート震度の信頼性が低下する。これを避けるため太田方式では経験的に1 km<sup>2</sup>あたり20~30通の有効調査票数が理想的とされている。しかし、現実にはすべてのメッシュにおいてこれだけの数の有効調査票を得ることは容易ではない。既往のアンケート震度調査では1メッシュに3通以上の有効調査票がある場合について集計を行なうのがほとんどであるので、本研究においてもそれに倣い、3枚以上の有効調査票があるメッシュについて集計を行なった。有効回答数が3通以上得られているメッシュについて、アンケート震度の平均を算出したものが図17である。JR北陸本線沿いに高震度のメッシュが多いが、全体を通しては特に偏りはない。気象庁が観測を行なっている金沢市西念町を含むメッシュのアンケート震度は3.7であった。これは全体の中では比較的小さい値である。気象庁の発表では金沢市の震度は3であるが、これは比較的揺れの小さい地点で観測されたものなので、市内には震度4程度の揺れだった場所も存在することが考えられる。図18に図17におけるA-B地質断面図<sup>4)</sup>と、金沢大学防災工学研究室によって測定さ

れた常時微動から求められた地盤の固有振動数<sup>5)</sup>を示す。図18によると、図17のA-B上において内陸の小立野台地は基盤および洪積層からなる堅固な地盤であり、金沢駅付近から日本海に近づくにつれて沖積層が厚い軟弱な地盤であることがわかる。また、小立野台地では固有振動数が高く、日本海に近づくほど固有振動数が低くなっていくことがわかる。アンケート震度の分布に注目すると、地域によって顕著な差はみられないが、軟弱な地盤である日本海側の地域と、堅固な地盤である小立野台地のアンケート震度がほぼ同じか、小立野台地の方が若干高いという結果になった。このことは地震動そのものの特性と関係があるものと予想される。そこで質問項目の19「あなたが地震を最も強く感じたのはどのような揺れの時ですか」に対する回答について検討を行なった。A-B間を図18に示すようにI~IIIの地域に分け、それぞれについて集計を行なった。すなわちIは沖積層が厚く堆積している地域、IIは沖積層が薄く堆積している地域、IIIは洪積台地上の地域である。この地域ごとの回答を図19に示す。図によると、地盤が比較的軟弱なI地域においても高振動数の地震動が卓越しているこ

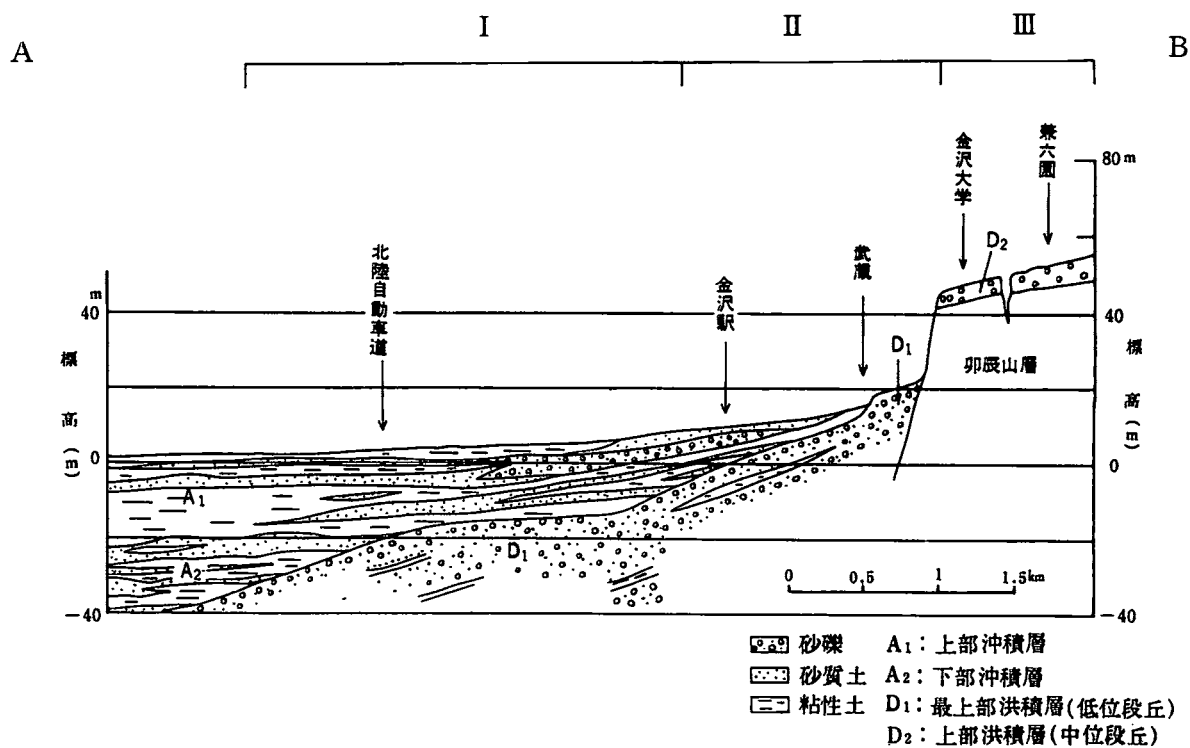


図18 A-B地質断面図と地盤の固有振動数

とがわかる。II地域は地盤特性の急変部であるので、地盤の挙動が複雑になり回答がばらついたと考えられる。IIの地域にあたる部分が最もアンケート震度が高くなっていることを考えると、このあたりの固有振動数と地震動の振動数が近いものであったことが考えられる。堅固な地盤のIII地域においては「ゆっくりとした横ゆれ」という回答の割合が最も多いという結果となった。その理由として回答者がいた建物の種類や階の影響が考えられるが明らかではない。

#### 4.3 小松市におけるアンケート震度分布と地盤との関係

図 20 に各メッシュにおける有効回答数、図 21 にアンケート震度をそれぞれ示す。金沢市のものと同様に、有効回答数が3 通以上のメッシュについてアンケート震度

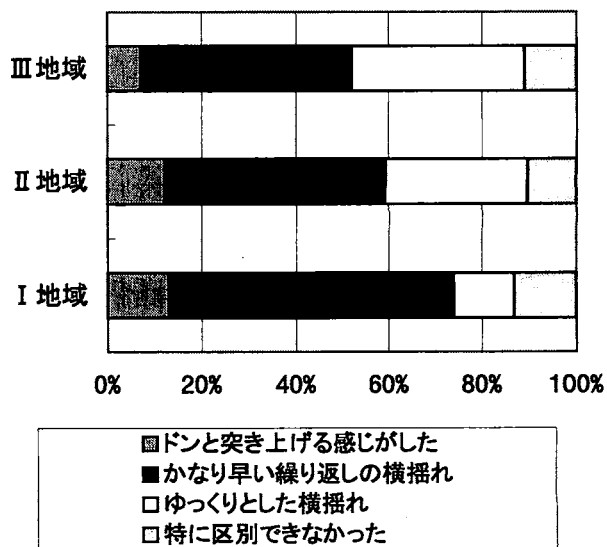


図19 地震を最も強く感じたときのゆれ



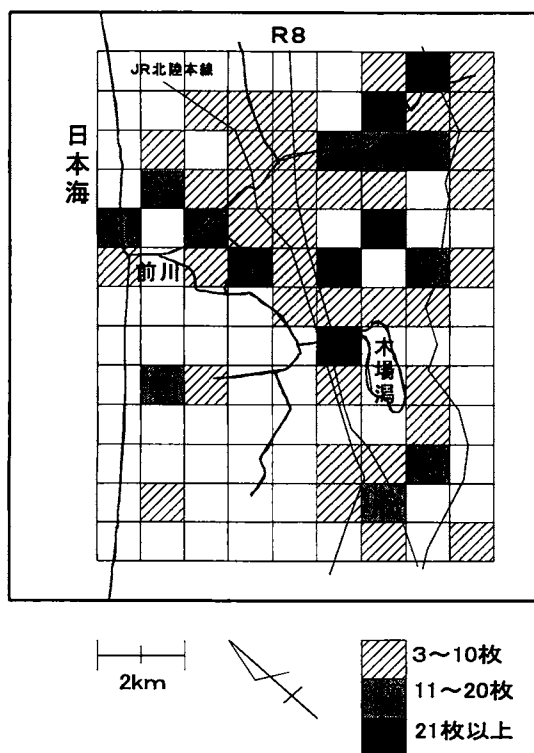


図20 小松市の各メッシュの有効調査票数

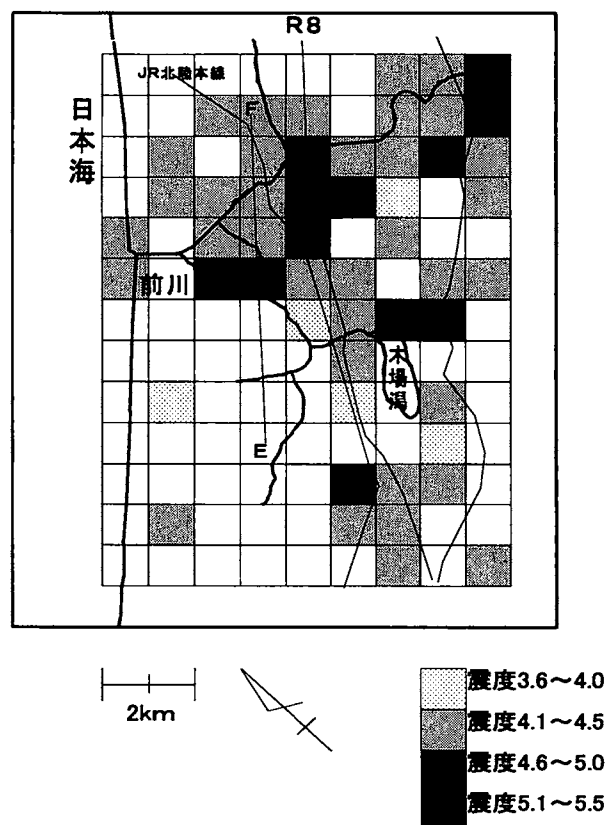


図21 小松市におけるアンケート震度分布

を求めている。小松市においては有効回答が得られた地域が市街地周辺、または国道8号線沿いの地域に集中している。ほとんどの地域で4.1以上となっており、市街地中心部では4.6以上のメッシュが目立つ。震度5弱が観測された小松市役所を含むメッシュのアンケート震度は4.3であったが、隣接するメッシュの値は震度5.2をはじめ、4.9、4.7など高震度のものが多く、気象庁震度階とある程度一致しているように思われる。小松市役所は市内では特に震度の高い地域にあり、そこで観測された震度が5弱であることから、小松市内のその他の地域では震度4程度の揺れであったことも十分考えられる。

小松市役所を含むメッシュとその周囲のメッシュの合計9メッシュと小松市全体において、地震動を最も強く感じたときの揺れの種類について集計を行なった。その結果を図22に示す。ここでも、「かなり早い繰り返しの横揺れ」という回答が最も多く半数以上となっている。小松市全体では市役所周辺のものに比べると「ゆっくりとした横揺れ」という回答の割合が高くなっている。ボーリングデータによると市役所周辺は軟弱地盤であるが、今回の地震では高振動数の地震動が卓越していたという

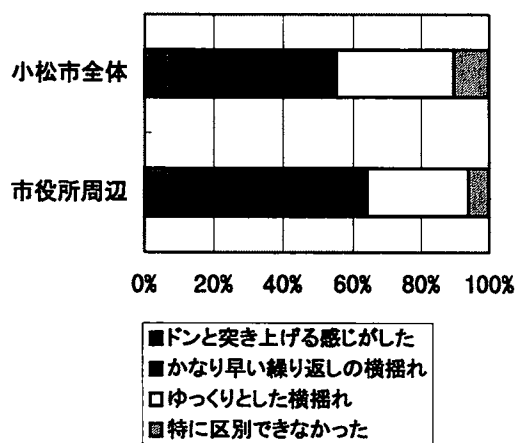


図22 地震を最も強く感じたときの揺れ

結果になった。

## 5. 結 論

アンケート調査により金沢市と小松市の住民の心理・行動、災害に対する備えなどを調査したが、その結果、住民の災害に対する意識はまだ低く、15年前とほと

んど変わっていないことが明らかとなった。この状況を改善するには、今後、積極的な呼びかけを行ったり、防災教育の徹底を図っていく必要がある。地震時に冷静に行動できるよう普段から心がけておくことも必要である。

アンケート震度分布については、金沢市と小松市の比較では小松市の方が震度が高いという結果となり、観測震度ともある程度一致した。金沢市では震度3が観測されたが、比較的揺れの小さかった地域で観測された記録であるので、震度4程度の揺れであった地域も多いと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 北浦勝・宮島昌克, 北島孝: 1985年の能登半島沖地震に関するアンケート調査 ―震度分布と地盤との関係および住民の対応について―, 金沢大学日本海域研究所報告第18号, pp.79～106, 1979.
- 2) 太田裕, 後藤典俊, 大橋ひとみ: アンケートによる地震時の震度の推定, 北海道大学工学部研究報告第92号, pp.117～125, 1979.
- 3) 太田裕, 大橋ひとみ: 地震に伴う人間行動の実態調査(1) ―アンケートによる資料の収集と整理―, 地震, 第2, Vol.33, pp.399～413, 1979.
- 4) 建設省北陸調査事務所(監修): 石川平野部の地盤図集, 北陸建設弘済会, 1982.
- 5) 小堀為雄, 北浦勝, 宮島昌克, 池本敏和: 石川県の地盤動特性評価と金沢旧市街地における液状化発生地域の予測, 金沢大学大学教育開放センター紀要, pp.75～90, 1985.